

MAURICIO THOMAZINI

**UM NOVO OLHAR PARA O DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS DE
DIVISÃO CELULAR: TRABALHANDO AS RELAÇÕES DE COMPLEXIDADE
E RACIONALIDADE NA APRENDIZAGEM**

GUIA DE LEITURA

PPGFCET

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS CURITIBA**

**UM NOVO OLHAR PARA O DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS DE
DIVISÃO CELULAR: TRABALHANDO AS RELAÇÕES DE COMPLEXIDADE
E RACIONALIDADE NA APRENDIZAGEM**

**Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e
Tecnológica
Linha de Pesquisa: Formação Inicial de Professores**

**PRODUÇÃO:
Mauricio Thomazini**

**ORIENTAÇÃO:
Dr. Mário Sérgio Teixeira de Freitas**

**CURITIBA
2014**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Quadro demonstrativo da relação direta entre intérfase e duplicação de DNA.....	14
Figura 2: Quadro representativo das fases iniciais de desenvolvimento embrionário de um mamífero.	19
Figura 3: Representação do desenvolvimento de um ser vivo pela ótica da divisão celular.....	20
Figura 4: Representação das etapas do processo de divisão celular voltado ao estudo da embriologia.	21
Figura 5: Ciclo de divisão celular (mitótico) da célula vegetal.	24
Figura 6: (a), (b), (c), (d), (e), (f) representam as fases do ciclo de divisão celular das células vegetais.....	25
Figura 7: Processo de organização do citoplasma para divisão celular da célula vegetal.....	26
Figura 8: (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g) e (h) representam as fases do ciclo de divisão celular das células vegetais.	27
Figura 9: A imagem (a) representa o desenvolvimento do meristema apical (caule) e a figura (b) representa o desenvolvimento do meristema subapical (raiz).	28
Figura 10: Representação do desenvolvimento do meristema subapical (raiz) pela perspectiva da divisão celular.....	28
Figura 11: Texto explicativo: mitose e homeostase.....	31
Figura 12: Imagem de um possível desenvolvimento de metástases.	33
Figura 13: Fases da meiose.....	37

SUMÁRIO

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
1.1 ARTICULANDO CONCEITOS	8
1.2 Apresentação da Unidade Didática.....	9
2 UNIDADES DIDÁTICAS.....	12
2.1 TEMA 1 – INTÉRFASE E METABOLISMO DE CONTROLE NA DIVISÃO CELULAR	12
2.2 TEMA 02 – O DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E A MITOSE.....	18
2.3 TEMA 03 – DIVISÃO CELULAR NA CÉLULA VEGETAL: UMA NOVA PESRPECTIVA PARA O ESTUDO DA MITOSE SOB A VISÃO DA MORFOFISIOLOGIA VEGETAL.....	23
2.4 TEMA 04 – AS DIVISÕES CELULARES E O ESTUDO DO CÂNCER...	30
2. 5 TEMA 05 – GENÉTICA E MEIOSE: PERMUTAÇÕES E VARIABILIDADE GENÉTICA.....	35
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Durante muitos anos o sistema educacional adotou a visão mecanicista do conhecimento, isto é, várias partes menores se unem para formar o todo. Essa visão foi representada pelo reflexo do pensamento cartesiano, também conhecido como paradigma conservador, ou pensamento newtoniano, e que tem como característica o positivismo, no qual o ser humano é fragmentado, isto é, dividido, olhado em partes específicas e não como um todo, de maneira integral, holística. Morin (2011, pg. 25) define: “o paradigma cartesiano separa o sujeito e o objeto, cada qual na esfera própria: a filosofia e a pesquisa reflexiva, de um lado; a ciência e a pesquisa objetiva, de outro”. Essa representação define uma divisão entre o saber social e a educação.

Segundo Tardif (2012, p.31),

Se chamamos de “saberes sociais” o conjunto de saberes de que dispõe uma sociedade e de “educação” o conjunto dos processos de formação e de aprendizagem elaborados socialmente e destinados a instruir os membros da sociedade com base nesses saberes, então é evidente que os grupos de educadores, os corpos docentes que realizam efetivamente esses processos educativos no âmbito do sistema de formação em vigor, são chamados, de uma maneira ou de outra, a definir sua prática em relação aos saberes que possuem e transmitem.

Para Morin (2003, p. 70), “a inteligência parcelada, compartimentalizada, mecanicista, disjuntiva, reducionista, destrói a complexidade do mundo em fragmentos distintos, fraciona os problemas, separa o que está unido, unidimensionaliza o multidimensional”. Nesse sentido, entende-se que há uma necessidade expressa de alterar a forma de como os processos de construção de conhecimento são realizados, possibilitando um diálogo entre os saberes.

Essa primeira ideia nos remete diretamente aos processos educacionais, pois, até então, a forma de dividir as disciplinas curriculares são estabelecidas por afinidade entre as mesmas, de modo que haja uma interação e complementação do conhecimento.

Mas como isso é possível? Os Parâmetros Curriculares Nacionais, avançaram nesse item, justificando a necessidade de dividir o ensino em áreas de conhecimento escolar. Linguagem, Códigos e suas Tecnologias, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, e Ciências Humanas e suas Tecnologias, formam uma base para que os conhecimentos escolares sejam construídos pelos alunos.

Para tanto, citemos um exemplo. A área de “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”, engloba as disciplinas de Biologia, Química, Física e Matemática, que, por serem disciplinas afins, suas características para resolução de problemas que envolvem conceitos científicos específicos podem se complementar e até mesmo exemplificar, sob a forma de contextualização. Porém, se o problema tiver uma representação política ou ética, por exemplo, não seria ideal que a outra área de conhecimento escolar: “Ciências Humanas e suas Tecnologias”, pudessem se intercomunicar?

A partir dessa situação nos deparamos com a complexidade das informações que vivenciamos diariamente. Podemos definir aqui uma dificuldade em relacionar e articular os conhecimentos, proporcionando fragmentação e especialização.

Para Morin (2003, p. 70), “o conhecimento deve, certamente, utilizar a abstração, mas buscando organizar-se com referência ao contexto”. Isto é, se os conteúdos escolares que estão divididos em disciplinas forem trabalhados de maneira que os acadêmicos tenham que abstrair e contextualizar, então a construção do conhecimento deve-se também fazer referência ao conhecimento geral, sem ter um caráter disciplinar, científico. Segundo Morin (2003, p. 70). “a compreensão de dados particulares exige a ativação da inteligência geral e a mobilização de conhecimentos conjuntos”.

É nesse contexto que surge o paradigma da complexidade. Morin (2003, p. 70) afirma que a problemática citada anteriormente é um problema universal para todos os cidadãos. E, a partir disso, faz o seguinte questionamento: “Como adquirir a possibilidade de articular e organizar as informações do mundo?” Ele completa respondendo: “Mas, para articulá-las e organizá-las, faz-se necessária uma reforma do pensamento”.

Para Morin (2003, p.71), “o pensamento complexo é um pensamento que busca distinguir (mas não separar), ao mesmo tempo que busca reunir”.

Ainda segundo o autor, existem sete princípios-guia para pensar a complexidade e afirma que eles podem ser interdependentes e complementares.

É nesse contexto que Morin (2011) define o segundo saber necessário à educação do futuro. O autor considera que o conhecimento pertinente – aquele que percebe e concebe o contexto, o global na relação entre o todo e suas partes, o multidimensional e o complexo – é contra a ideia de fragmentação de disciplinas, redimensiona o saber explicitando que é preciso uma conjugação entre as partes.

Por esses motivos, a presente unidade didática tem como objetivo geral:

- Propor algumas relações de complexidade e racionalidade, em torno do conceito de divisão celular, utilizando um guia de leitura didática dividida em cinco tópicos de estudo, pautada no tema em questão.

Tal objetivo remete-nos a desenvolver interações com vários conceitos e áreas da biologia, onde será revelada a diversidade de informações necessárias para o melhor entendimento dos assuntos até então abordados.

Portanto, o objeto em questão se demonstra útil para a aprendizagem de uma maneira condizente às relações de complexidade e racionalidade em torno do conceito de divisão celular. Para isso utilizaremos o **princípio sistêmico**¹ que define um pensamento complexo, onde o caráter organizacional une as informações individuais e completa o todo, que nesse contexto assume o conhecimento biológico proveniente da construção a partir do complexo. Essa ideia de não poder conhecer o todo, sem conhecer as partes, nos transmite uma responsabilidade efetiva, pois, como o educador pode pensar o conceito, a teoria, e não conseguir contextualizar um determinado assunto evidenciando algo maior, ou seja, o todo?

Por fim, adotaremos neste trabalho uma perspectiva voltada à articulação de conceitos de divisão celular com outras áreas do ensino da

¹ Morin (2003).

biologia, que não costumam ser inter-relacionadas, mas que estão intrinsicamente ligadas. Para isso, justifica-se o uso dos referenciais de complexidade propostos anteriormente.

1.1 ARTICULANDO CONCEITOS

Segundo Soares (1993, p. 457) a Teoria Celular proposta pelos cientistas Matthias Jakob Schleiden e Theodor Schwann em 1839, todos os seres vivos dotados de organização celular, ou seja, que a célula é a unidade estrutural e funcional dos mesmos. Portanto, alguns organismos são classificados como unicelulares, pois possuem apenas uma célula em sua constituição, outros são classificados como pluricelulares, seres vivos constituídos por duas ou mais células.

Tais células, em algum momento de sua existência necessitam multiplicar-se para o desenvolvimento de novos seres vivos, ou multiplicar-se para outras funções, como possibilitar o crescimento e a reposição de células mortas.

Em organismos mais complexos, há a necessidade de produção de células específicas para que a perpetuação das espécies possa prevalecer; nesse caso, há a produção de células chamadas gametas (células haploides), responsáveis pela fecundação, sendo que o zigoto (célula diploide) originará o embrião, e posteriormente desenvolverá o organismo adulto.

Para que todos os eventos acima descritos ocorram, as células necessitam dividir-se, permitindo a formação de novas células.

Existem dois mecanismos que permitem a formação de novas células: a mitose e a meiose. A mitose, especificamente, tem como objetivo aumentar o número de células nos organismos, porém isso pode ocorrer de diversas formas, dentre elas:

- Formação de tecidos e órgãos no desenvolvimento de embriões animais e vegetais, derivados do processo de especialização celular;

- Crescimento dos organismos;
- Regeneração de células, tecidos e órgãos dos diversos seres vivos;
- Multiplicação dos organismos unicelulares;
- Formação de câncer (provocado pelo erro na síntese de proteínas, evento que gera a multiplicação de células “defeituosas”).

Já a meiose define a produção de células haploides, derivadas de células diploides com o objetivo de produzir gametas e esporos para atuarem na reprodução sexuada, tanto animal como vegetal.

A partir das informações levantadas, apresentaremos uma sequência de aulas, que tem por objetivo contextualizar os conteúdos da divisão celular sob um novo olhar, uma nova perspectiva, facilitadora da aprendizagem complexa e racional.

1.2 Apresentação da Unidade Didática

Este material tem como objetivo apresentar sugestões de conteúdos e estratégias metodológicas, visando uma inter-relação de conteúdos e desenvolver um processo mais eficiente no que diz respeito ao ensino e à aprendizagem. Partiu-se da ideia de termos como conteúdo estruturante a Divisão Celular, que na maioria dos casos, é abordada apenas nas disciplinas que envolvem conceitos em Citologia e pouco evidenciado em disciplinas, como por exemplo, Biologia Vegetal. O propósito desse trabalho vem de encontro aos pressupostos apresentados anteriormente, pressupostos esses que buscam uma rede de informações contextualizadas de maneira que o acadêmico possa conectar os conteúdos da Biologia, desenvolvendo assim uma forma complexa e racional enquanto aprimora seus conhecimentos.

Esta unidade didática será composta por 5 (cinco) aulas, que abordam os seguintes temas:

- Metabolismo de Controle (Processo de duplicação do material genético);

- Desenvolvimento Embrionário;
- Morfofisiologia Vegetal;
- Câncer;
- Genética.

Cada aula desta unidade será composta pelo título do tema abordado, pelos objetivos da atividade em questão, pela apresentação teórica do tema, por reflexões sobre o conteúdo e sugestões.

1.3 Proposta de utilização de um modelo de uma rede complexa de conhecimentos com a temática divisão celular

Nesse item definimos como auxílio ao estudante uma rede complexa de conhecimentos com a temática divisão celular desenvolvida para representar conexões entre as disciplinas do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Assim, deixaremos à disposição do leitor, uma fonte de pesquisa para demonstrar as principais ligações que a temática abordada possui com as diversas áreas da biologia.

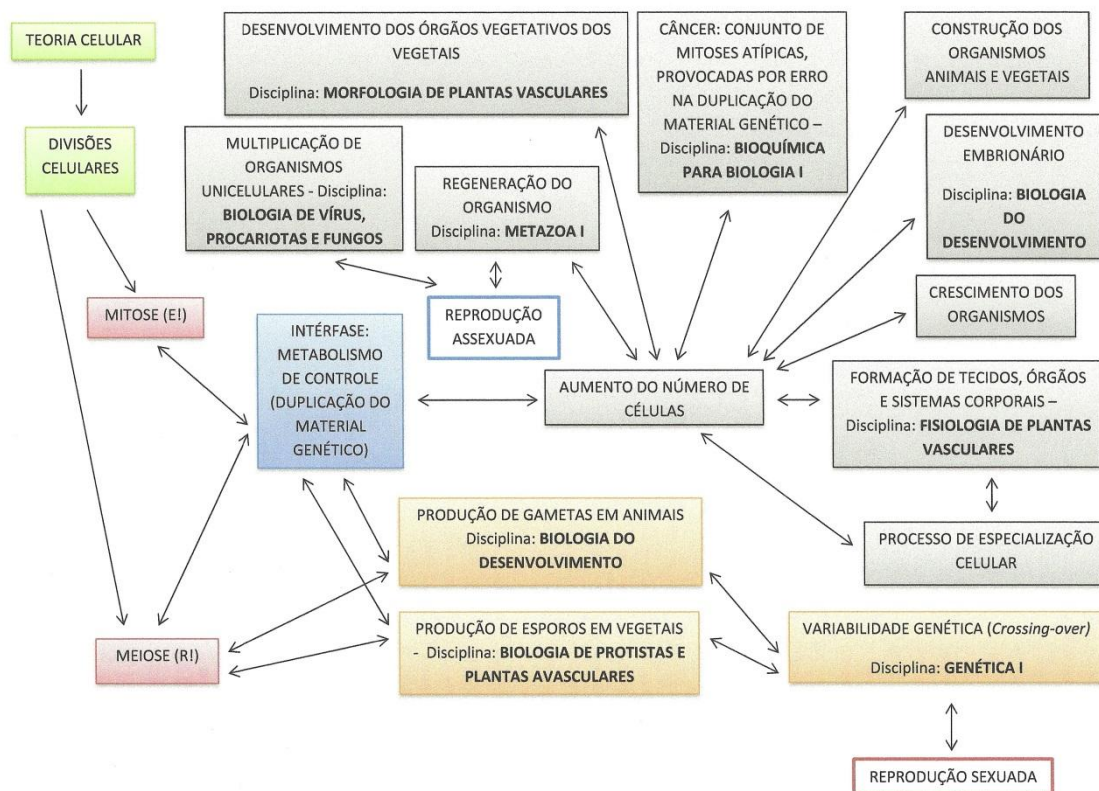


Figura 1: Modelo de uma rede complexa de conhecimentos, envolvendo disciplinas variadas do núcleo básico do curso de Ciências Biológicas com o tema central – Divisão Celular.

Fonte: o Autor (2013)

A partir desse modelo, entendemos que aqui as relações de complexidade e racionalidade podem se aproximar de uma forma mais contextualizada e reflexiva para se chegar a um processo de ensino-aprendizagem mais completo. Esses levantamentos apontam algumas possibilidades que poderão auxiliar o estudante para um melhor entendimento sobre os conteúdos abordados nesse guia.

2 UNIDADES DIDÁTICAS

2.1 TEMA 1 – INTÉRFASE E METABOLISMO DE CONTROLE NA DIVISÃO CELULAR

- **Atividade:** Estudo do metabolismo de controle (processo de duplicação do material genético) em função da justificativa da necessidade da interfase no processo de divisão celular.

- **Objetivos:**
 - Identificar a importância do conhecimento dos conceitos que envolvem a dinâmica de divisão celular, no que diz respeito aos processos de metabolismo da célula;
 - Contextualizar os conceitos de divisão celular e os de metabolismo de controle, visando um aprendizado que facilite para o aluno, a criação de uma rede complexa de informações acerca do tema proposto.

- **Público Alvo:** Professores dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, acadêmicos e professores de Biologia da rede pública e privada.

- **Introdução:**

“Células surgem de outras células vivas pelo processo de divisão celular. Uma pessoa adulta é constituída por mais de 10 trilhões de células, originadas de uma única célula, o zigoto (óvulo fecundado), por sucessivas divisões mitóticas. Todas as células do indivíduo adulto contêm a mesma informação genética. Isso ocorre por meio de um intrincado mecanismo que primeiro duplica o material genético e depois divide uma cópia completa da informação genética para cada célula-filha. Esse ciclo celular compreende, portanto, uma série de eventos pelos quais a célula progride de uma divisão para a próxima. O ciclo celular inclui um período denominado interfase, que é dividido nas subfases G_1 , S e G_2 , sendo que em S ocorre a duplicação do DNA, e a mitose que é dividida em seis estágios (prófase, pró-metáfase, metáfase, anáfase, telófase e citocinese). Esse processo ocorre de tal

maneira que, no final, as duas células originadas apresentarão o mesmo número de cromossomos e a mesma quantidade de DNA da célula parental. A divisão mitótica ocorre em células haploides e diploides e é responsável não só pelo crescimento do indivíduo, mas também pela reprodução, reposição celular e reparo de tecidos danificados ou injuriados.”

Shirlei M. Recco-Pimentel, Ana Cristina P. Veiga-Menoncello e Odair Aguiar Junior

Definimos como interfase, o período em que a célula não está se dividindo, no entanto, se prepara para o processo em questão. Nesse período, a célula duplica seu material genético, para a formação das futuras células-filhas derivadas desse processo.

A interfase é subdividida em:

- G₁: produção de RNA e proteínas com posterior crescimento celular;
- S: produção (duplicação) de DNA;
- G₂: intensa produção de RNA e proteínas, atingindo a maturidade, seguida do início da divisão celular.

A produção de DNA ocorre enquanto a célula ainda está organizada internamente, ou seja, com todas as organelas funcionando para que o processo de síntese de proteínas aconteça. A partir daí, o metabolismo de controle (conjunto de reações químicas responsáveis pela produção do material genético) age na duplicação do DNA.

As enzimas DNA-polimerase atuam no processo “chave-fechadura”, nome dado ao sistema de “encaixe” que facilita a identificação da molécula a ser trabalhada. Essas enzimas rompem as pontes de hidrogênio existentes entre as duas fitas que compõem a molécula de DNA, provocando o afastamento delas. No núcleo, nucleotídeos livres encaixam na fita simples para formar o par de bases nitrogenadas, conforme esquema abaixo:

Bases Nitrogenadas:

ADENINA (A) -  - (T) TIMINA

CITOSINA (C) -  - (G) GUANINA

A partir da reorganização das fitas surgem, então, duas novas moléculas de DNA, portando as mesmas informações genéticas, porém, como houve uma reorganização das mesmas utilizando novos nucleotídeos, temos uma molécula com 50% da informação da fita original e 50% da informação da fita nova. Esse processo pode ser chamado de semiconservativo.

Analise a Figura 1:

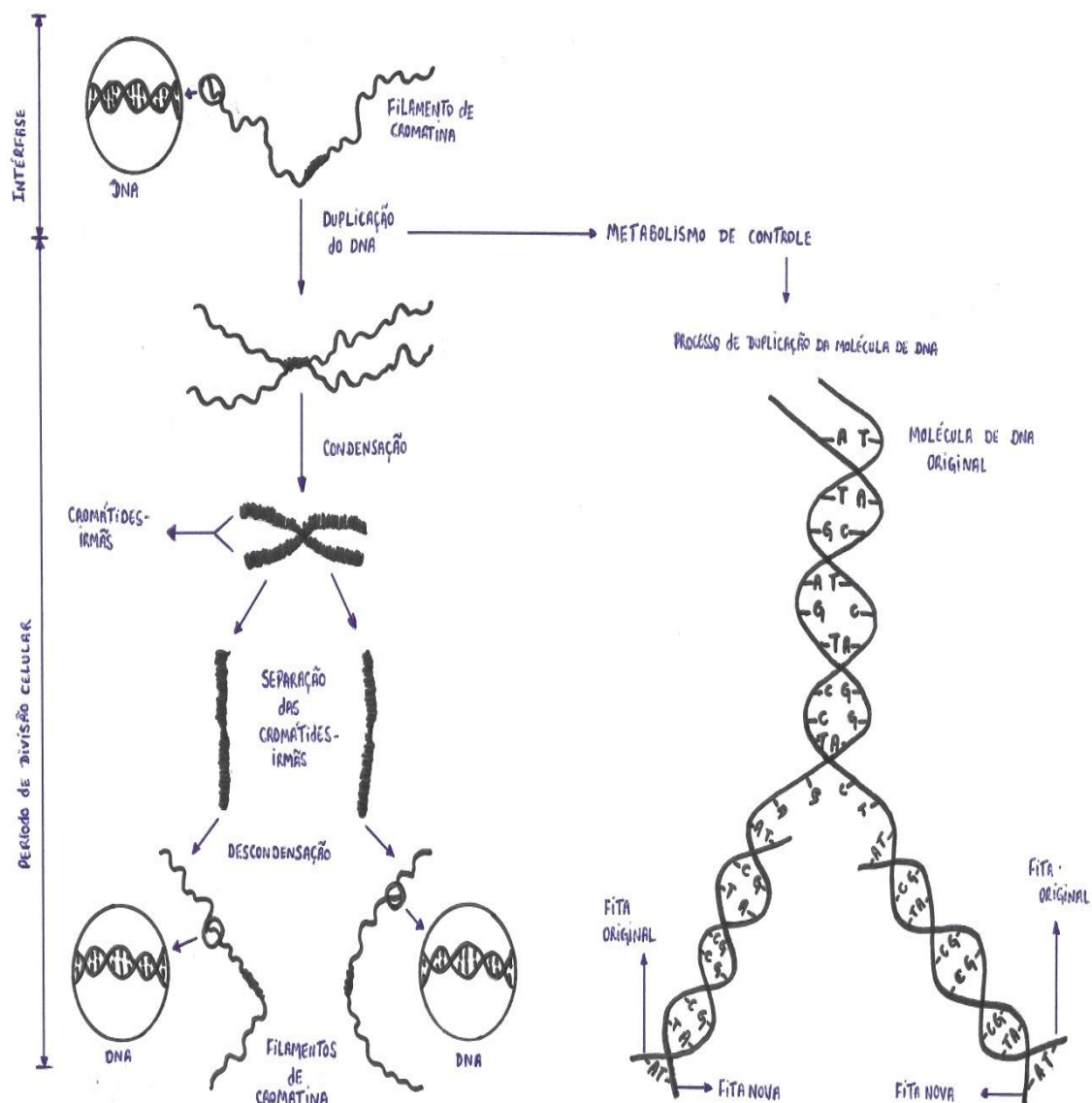


Figura 1: Quadro demonstrativo da relação direta entre interfase e duplicação de DNA.

Fonte: (adaptado de Anglo, 2012)

Após análise da imagem, verificamos que as informações do processo interfásico relacionam-se diretamente com o metabolismo de controle, no que diz respeito ao processo de duplicação do DNA.

Se fizermos uma “ponte” para os conceitos de divisão celular, iremos perceber que as duas novas moléculas de DNA sintetizadas, irão compor as novas células que serão fabricadas. Essa relação torna-se importante, uma vez que os conceitos estão intrinsecamente relacionados.

Para melhor exemplificação, leia o exercício:

Ex.1

Prezados alunos;

Vocês estão convidados a fazer um passeio numa área de Mata Atlântica, onde verão um maravilhoso ecossistema. Nesse passeio, vocês estarão em contato com a natureza, verão de perto a diversidade da fauna e da flora, compreenderão como as espécies se inter-relacionam, se reproduzem e como se dão alguns fenômenos biológicos nos seres que vivem ali e até naqueles que visitam esse ambiente.

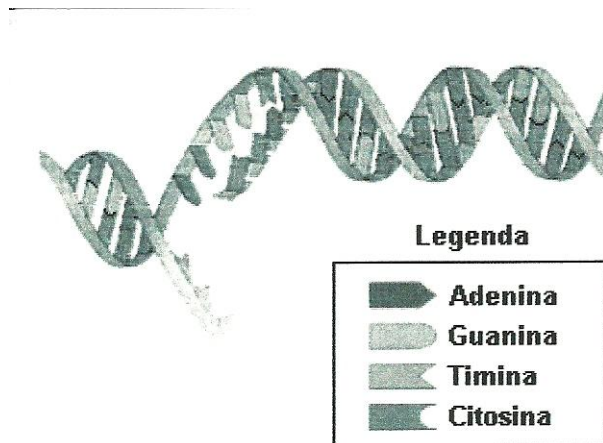
Vocês terão a oportunidade de verificar de que maneira o homem pode interferir nesse meio, alterando-o, e quais as consequências disso. Também serão convocados a responder a questões básicas no campo da Biologia.

Para tanto, contarão com a companhia de Ribossomildo, um experiente pesquisador, que lhes servirá de guia. Ele dispõe de material para ilustrar, quando necessário, essa atividade de campo.

Fiquem tranquilos: vocês estão preparados, e o passeio será muito proveitoso, pois o Ribossomildo só lhes dará informações cientificamente corretas. Vamos lá?!!

Ribossomildo diz: “Vejam quantas folhas novas, quantos filhotes de animais! O que deve estar ocorrendo no interior das células desses seres, que lhes permitem crescer?!”

Para facilitar a resposta a essa pergunta, ele apresenta a figura abaixo, que ilustra um dos eventos imprescindíveis ao processo de crescimento dos organismos.



Assinale a opção correspondente ao evento representado na figura.

- a) transcrição de RNA transportador
- b) replicação do DNA
- c) tradução de RNA mensageiro
- d) síntese de proteínas
- e) nda

Resposta correta, alternativa b.

Fonte (adaptado do vestibular UFRN, 2001)

Verificamos que o exercício faz uma analogia entre o processo de “criação” de novas células e o processo de replicação do material genético. Isso acontece pois, quando uma célula se divide, suas moléculas de DNA se auto-reproduzem ou se replicam, para passar o conjunto de informações a cada nova célula. Durante a replicação, cada molécula de DNA se abre, separando assim, suas fitas. Essas formam cópias complementares de si mesmas com a ajuda de uma enzima chamada DNA-polimerase. Cada uma das duas novas moléculas de DNA será formada por um cordão antigo e por um cordão novo.

- **Reflexões sobre o conteúdo:**

Nessa unidade didática verificamos que a complexidade está articulada. É comum que, no desenvolvimento das aulas de citologia, com a

temática da Divisão Celular, evidenciemos o conteúdo intrínseco, ou seja, pontual. A verdade é que, para os estudantes, a definição de conceitos e a interpretação das informações, colocadas de maneira específica, define uma proposta linear da aprendizagem.

O professor pode se aprofundar nos conceitos e romper a barreira dos conteúdos disciplinares, mostrando aos seus alunos que as diversas disciplinas da biologia sempre estão “conversando entre si”.

Dessa maneira, quando abordamos a interfase na divisão celular, podemos articular esse conteúdo diretamente com o metabolismo da célula para mostrar como ocorre o processo em si de duplicação do material genético que está presente em uma das etapas da interfase (Síntese). Esse contato faz com que o estudante retome os conceitos aprendidos ou até mesmo complete as informações que, muitas vezes, estão desarticuladas. A proposta é desenvolver no acadêmico a visão do todo da biologia.

Portanto, evidenciamos nesta aula a possibilidade de conexão entre os conteúdos citados, propondo uma contextualização entre conteúdos que normalmente são ministrados de forma separada. Dessa maneira, aquele que estiver na posição de aprendiz poderá criar uma “ponte” para que naturalmente desenvolva uma rede de informações complexas que, em determinados momentos de sua utilização, poderá favorecer o raciocínio e ao mesmo tempo consolidar conceitos.

- **Sugestões de leitura e recursos complementares para os professores:**

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/16976/Replicacao.swf?sequence=10> Acesso em 20 out. 2013.

<http://www.planetabio.com/nucleo.html> Acesso em 20 out. 2013.

2.2 TEMA 02 – O DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E A MITOSE

- **Atividade:** Estudo dos conceitos de Divisão Celular com enfoque no desenvolvimento do embrião – divisão celular – Mitose.

- **Objetivos:**
 - Identificar a importância do conhecimento dos conceitos que envolvem a dinâmica de divisão celular, sob a ótica no desenvolvimento de embriões;
 - Contextualizar os conceitos de divisão celular e os de embriologia, visando um aprendizado que facilite, para o aluno, a criação de uma rede complexa de informações acerca do tema proposto.

- **Público Alvo:** Professores dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, acadêmicos e professores de Biologia da rede pública e privada.

- **Introdução:**

Embriologia é o ramo da Biologia que estuda o desenvolvimento do embrião, cujo início da vida embrionária ocorre no momento da fecundação, quando o espermatozoide se une ao óvulo para dar origem à célula-ovo ou zigoto.

O desenvolvimento do zigoto se faz por sucessivas divisões mitóticas, através das quais surgem as células que constituem o organismo, formando vários tipos celulares, que embora possuam o mesmo conjunto de informações genéticas, possuem funções e formas variadas. Isso ocorre porque, à medida que as células se dividem por mitose, as mesmas vão sofrendo diferenciação para desempenhar suas funções no organismo.

Soares (1993, p. 295) conceitua mitose como “divisão celular que se processa através de fases bem definidas, com nítido envolvimento dos cromossomos e distribuição equitativa do material genético para as células-filhas”.

Esse conceito deixa uma informação bem clara de que tal processo resulta na formação de novas células com o mesmo material genético da célula-mãe. Portanto, nessa aula evidenciaremos o processo de multiplicação celular, principalmente no desenvolvimento embrionário.

Todo animal que é gerado por reprodução sexuada começa a vida como uma simples célula fertilizada. Através de uma serie de mudanças admiráveis, essa célula se desenvolve em um animal completo.

Analise a Figura 2, verificando a formação da blástula de um mamífero através da perspectiva da divisão celular:

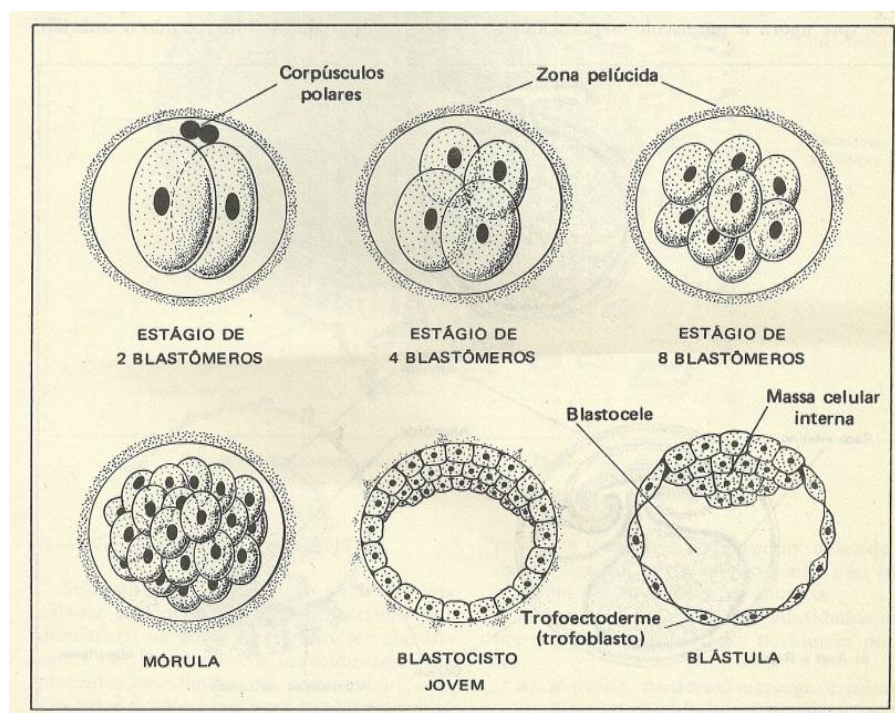


Figura 2: Quadro representativo das fases iniciais de desenvolvimento embrionário de um mamífero.

Fonte: adaptada de César (1984, p.327)

Quando o ser vivo se desenvolve, sofre mudanças que o torna mais complexo. Esse processo geralmente acontece junto com o crescimento. Durante esse crescimento, as células em geral fazem cópias idênticas de si mesmas e diferenciam-se umas das outras para ajustarem-se a tarefas específicas no organismo.

Para melhor entendimento, visualize o desenho abaixo:

Observe este esquema, em que as representações estão numeradas de I a VI:

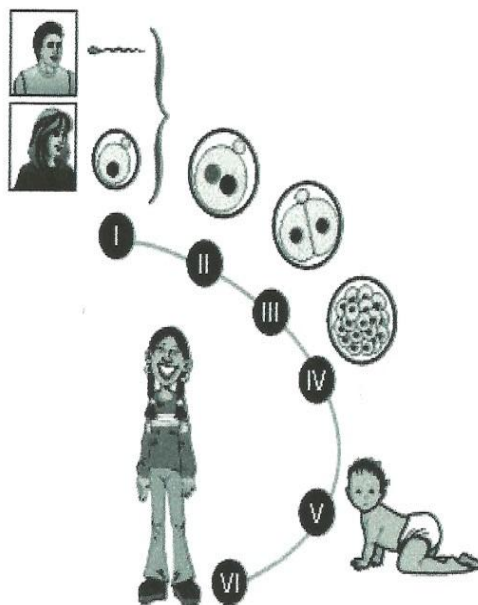


Figura 3: Representação do desenvolvimento de um ser vivo pela ótica da divisão celular.

Fonte: adaptado do vestibular UFMG, 2004

Verifique que a Figura 3 mostra um casal e o desenvolvimento da criança desde a fase embrionária, ou seja, desde o zigoto (primeira célula diploide do organismo). Nesse processo de desenvolvimento, o item I representa as células haploides (gametas); o item II demonstra a primeira duplicação do material genético (interfase – período de síntese de DNA); o item III mostra a primeira divisão celular mitótica; o item IV representa a clivagem, onde o ovo fertilizado divide-se em muitas células; o item V demonstra o processo embriológico completo, e o item VI finaliza o processo, representando o crescimento do organismo.

Tais processos embrionários não seriam realizados sem o processo de divisão celular – mitose. Veja agora, na Figura 4, as etapas de fecundação e início da divisão celular em um ouriço-do-mar.

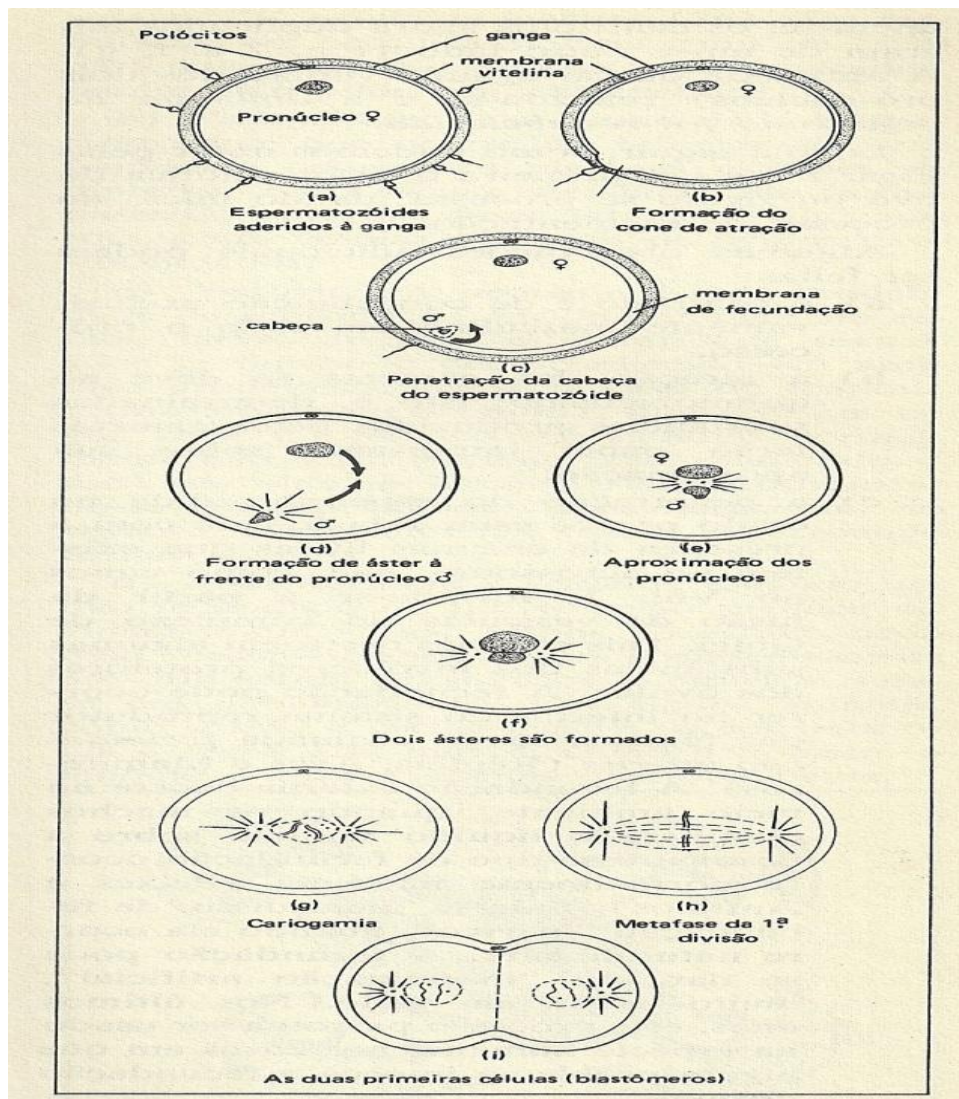


Figura 4: Representação das etapas do processo de divisão celular voltado ao estudo da embriologia.

Fonte: Cézar (1984, p.303)

- **Reflexões sobre o conteúdo:**

Ao trabalharmos com esse tema, sentimos uma real necessidade na abordagem dos conteúdos de divisão celular, visto que o entendimento do processo de formação do embrião se baseia diretamente ao conteúdo proposto.

É nesse ponto que as conexões entre os diversos tipos de conteúdos da biologia devem ser evidenciadas e acessadas pelos estudantes. Isso demonstra uma rede de informações que estão interligadas, e que é possível que o pensamento e a reflexão sobre a complexidade auxilie no

desenvolvimento da construção do conhecimento biológico. Para tanto, nesta aula, evidenciamos a possibilidade de conexão entre os conteúdos citados, propondo uma contextualização entre conteúdos que normalmente são ministrados de forma separada. É comum que, nos livros didáticos esse assunto seja trabalhado separadamente e achamos que, com o auxílio das conexões propostas pela rede complexa de conhecimentos biológicos, aquele que estiver na posição de aprendiz poderá criar uma “ponte” para que naturalmente desenvolva uma rede de informações complexas, que em determinados momentos de sua utilização, poderá favorecer o raciocínio e ao mesmo tempo consolidar conceitos.

- **Leitura e recursos complementares para os professores:**

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/2846/49423_Divisao%20e%20diferenciacao%20celular.swf?sequence=4> Acesso em 20 out. 2013.

2.3 TEMA 03 – DIVISÃO CELULAR NA CÉLULA VEGETAL: UMA NOVA PERSPECTIVA PARA O ESTUDO DA MITOSE SOB A VISÃO DA MORFOFISIOLOGIA VEGETAL

- **Atividade:** Estudo dos conceitos de morfofisiologia vegetal, desenvolvimento e crescimento dos tecidos meristemáticos, evidenciando o processo de divisão celular – Mitose como ponto de partida.

- **Objetivos:**
 - Compreender a importância dos conceitos que envolvem a dinâmica da divisão celular na célula vegetal, evidenciando a temática da morfofisiologia vegetal;
 - Contextualizar os conceitos de divisão celular e de desenvolvimento dos tecidos vegetais primários, visando um aprendizado que facilite, para o aluno, a criação de uma rede complexa de informações acerca do tema proposto.
 - Diferenciar o processo de divisão celular da célula vegetal e da célula animal.

- **Público Alvo:** Professores dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, acadêmicos e professores de Biologia da rede pública e privada.

- **Introdução:**

O processo de divisão celular das células vegetais é muito parecido com o das células animais em seu início, pois todo o processo de duplicação do material genético, promovido pelo metabolismo de controle na interfase, é idêntico.

Na Figura 5, vemos como o ciclo celular é muito semelhante à mitose na célula animal.

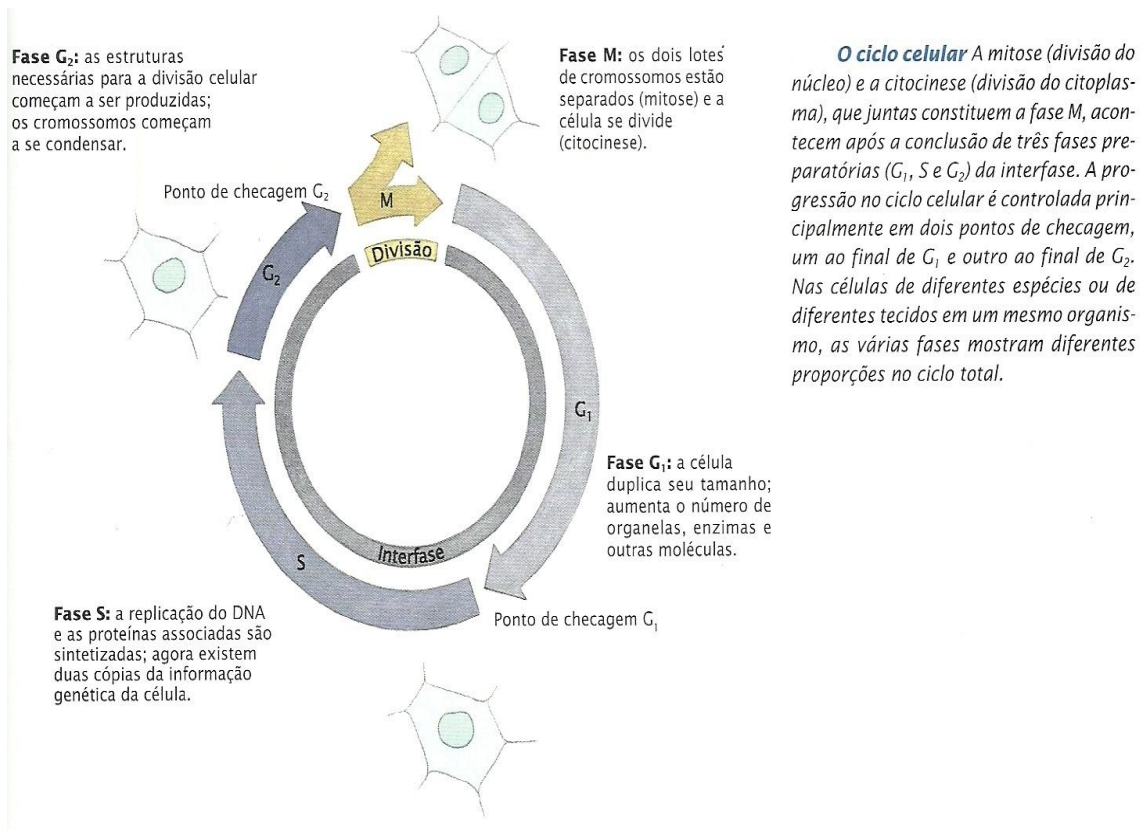


Figura 5: Ciclo de divisão celular (mitótico) da célula vegetal.

Fonte: adaptado de Raven, (2007, p.65)

A mitose de células vegetais apresenta diferenças em relação à das células animais. Pelo fato de a maioria das células vegetais não apresentarem centríolos, a condição da mesma é definida como *acentriolar*. Outra característica é a ausência das fibras do *áster*, que auxiliam na polarização e fixação dos centríolos. Por esse motivo, a divisão é caracterizada como *anastral*. E, para finalizar, a citocinese (fase da divisão que representa a divisão física da célula mãe em duas células-filhas) ocorre de dentro para fora da célula, justificada pela força centrífuga. Daí o nome: citocinese centrífuga.

Veja como o processo de divisão celular da célula vegetal é diferente ao mesmo processo para com a célula animal, na Figura 6.

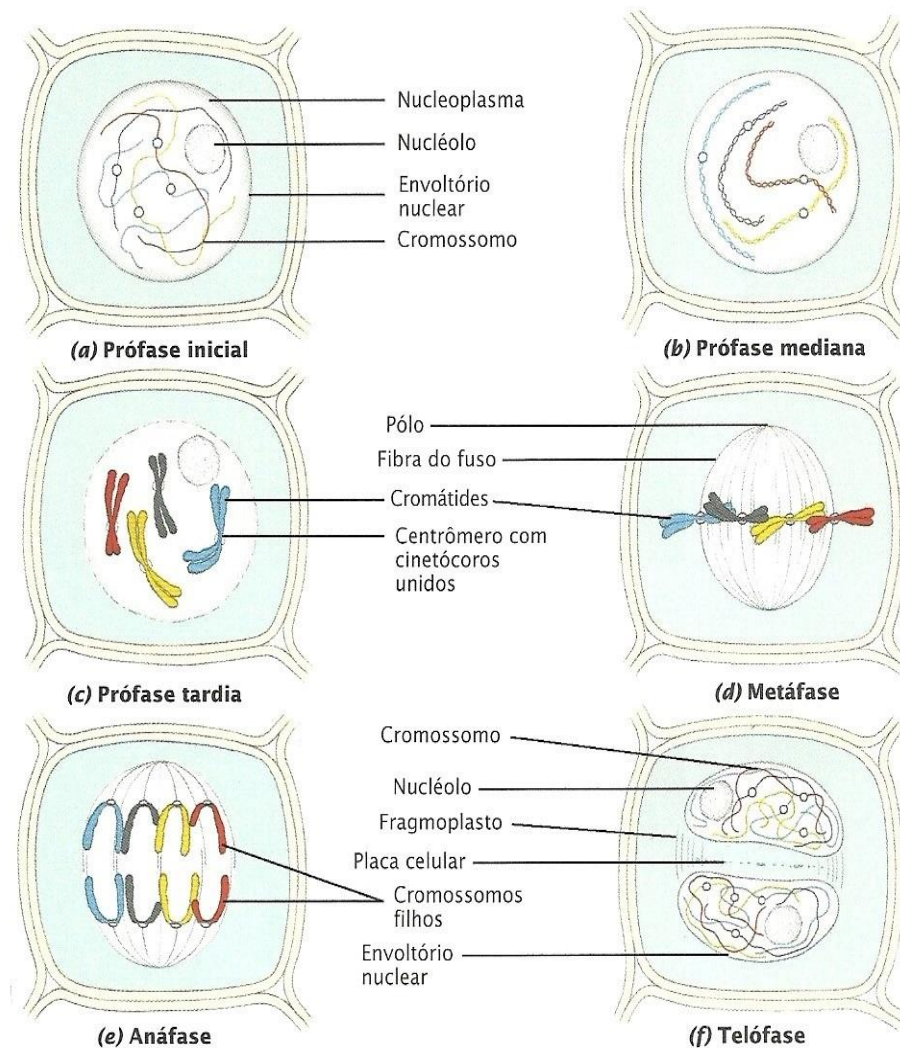


Figura 6: (a), (b), (c), (d), (e), (f) representam as fases do ciclo de divisão celular das células vegetais.

Fonte: adaptada de Raven, (2007, p. 67)

É por esses motivos que o processo de divisão celular das células vegetais torna-se diferente relacionado ao mesmo processo das células animais.

Nas células vegetais, a falta de áster e centríolos determina o início da formação dos microtúbulos nos centrômeros. Sobre os centrômeros de cada cromossomo aparecem dois feixes de microtúbulos, cada um migrando para um pólo da célula. Estas fibras do centrômero se associam às do fuso, proporcionando a orientação do movimento dos cromossomos.

A Figura 7 representa o processo de organização descrito anteriormente.

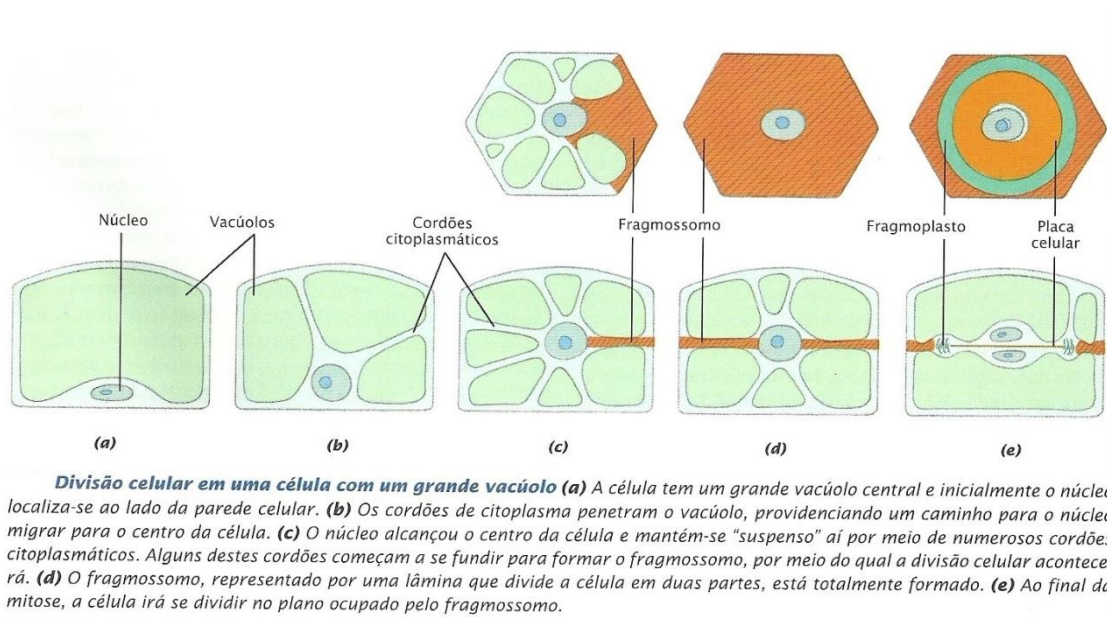


Figura 7: Processo de organização do citoplasma para divisão celular da célula vegetal.

Fonte: Raven, (2007, p. 66)

Nesse contexto, não ocorre o "estrangulamento" da célula para ocorrer a divisão física da mesma. Como as células vegetais possuem em sua parede celular uma substância altamente resistente, a celulose, a célula não se divide como a célula animal. A divisão do citoplasma ocorre no sentido inverso (de dentro para fora), justificando o termo divisão centrífuga.

Surgem no final do processo de divisão anterior (telófase), na região mediana do fuso, pequenas vesículas provenientes do Complexo de Golgi, os fragmoplastos, que contêm pectina associada a íons de Ca^{++} e Mg^{++} . A fusão dessas vesículas dará origem ao primeiro septo divisor da célula, a lamela média (membrana cimentante entre as células vegetais contíguas). Ao final da citocinese, a separação das células-filhas não é completa, observando entre elas os *plasmodesmos* (finas pontes citoplasmáticas que ligam o conteúdo protoplasmático, através de minúsculos pontos de interrupção da membrana e da parede celular). Posteriormente, em ambos os lados da lamela média, ocorre deposição de celulose e, internamente a esta, forma-se a membrana plasmática, originada a partir das membranas das vesículas preexistentes do processo.

Um esquema de organização da divisão celular na célula vegetal pode ser representado pela Figura 8.

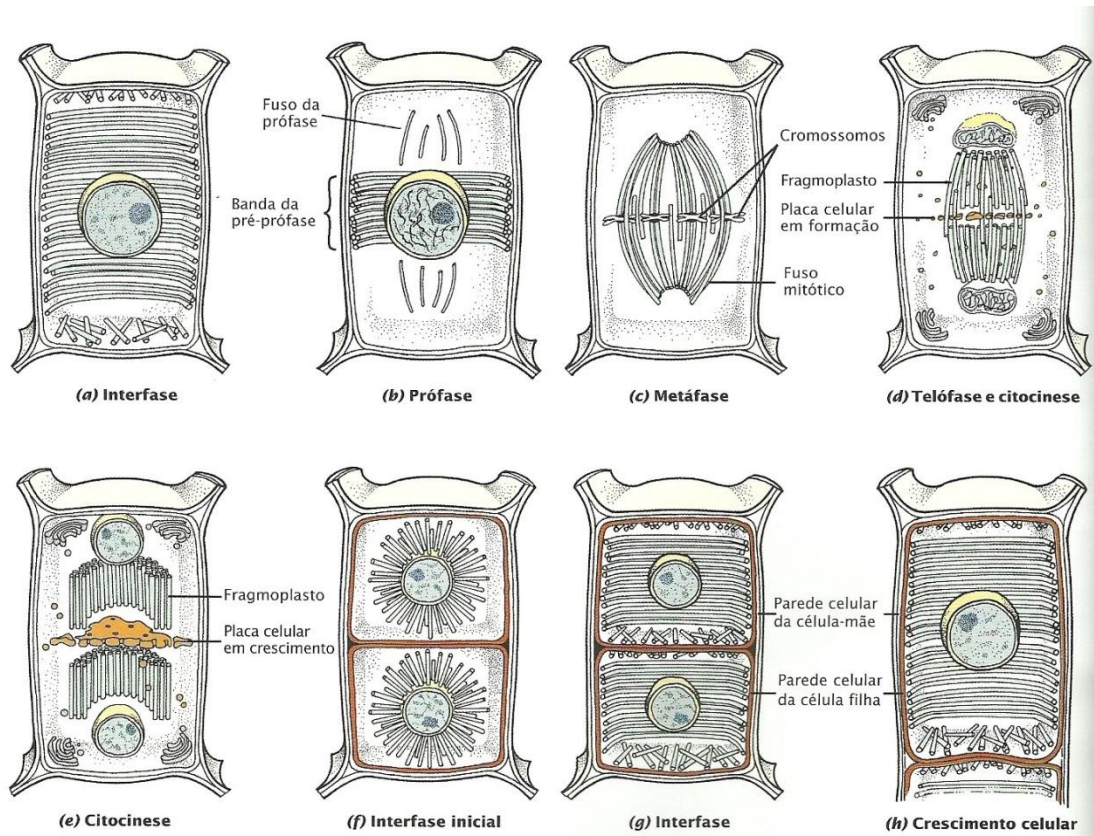


Figura 8: (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g) e (h) representam as fases do ciclo de divisão celular das células vegetais.

Fonte: adaptada de Raven, (2007, p. 72)

OS MERISTEMAS E A DIVISÃO CELULAR

Segundo Raven (2007, p.), “os *meristemas apicais* são encontrados no ápice de todas as raízes e caules e estão envolvidos, principalmente com o crescimento em comprimento do corpo da planta”. Do grego: *merismos*, que significa divisão. Portanto, o tecido meristemático é responsável pelas divisões celulares dos ápices do caule e da raiz. Nele há intensa produção de células por mitose. Isso acontece antes da diferenciação celular, que ocorre para a produção de outras estruturas vegetais.

Pelo fato desse tecido vegetal possuir células que se multiplicam antes de sofrerem a diferenciação, ele é muito utilizado para a técnica conhecida como clonagem vegetal. A partir da técnica da clonagem vegetal, um organismo previamente selecionado proverá pequenos “pedaços” de seu tecido meristemático para dar origem a novos organismos geneticamente idênticos ao

do doador. Essa técnica permite a seleção de plantas resistentes aos diversos tipos de pragas, solos e alterações climáticas, além de ser uma técnica que não necessita de germinação de sementes para a produção de mudas, a qual, dependendo da espécie, pode ser demorada.

Observemos na Figura 9 e na Figura 10 os diferentes tipos de meristemas no vegetal.

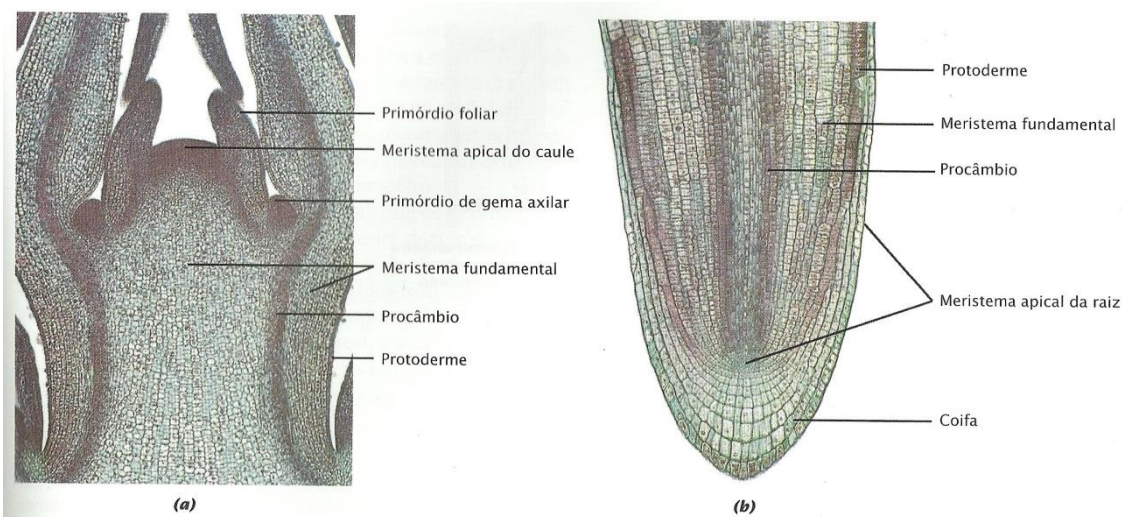


Figura 9: A imagem (a) representa o desenvolvimento do meristema apical (caule) e a figura (b) representa o desenvolvimento do meristema subapical (raiz).

Fonte: adaptada de Raven (2007, p.529)

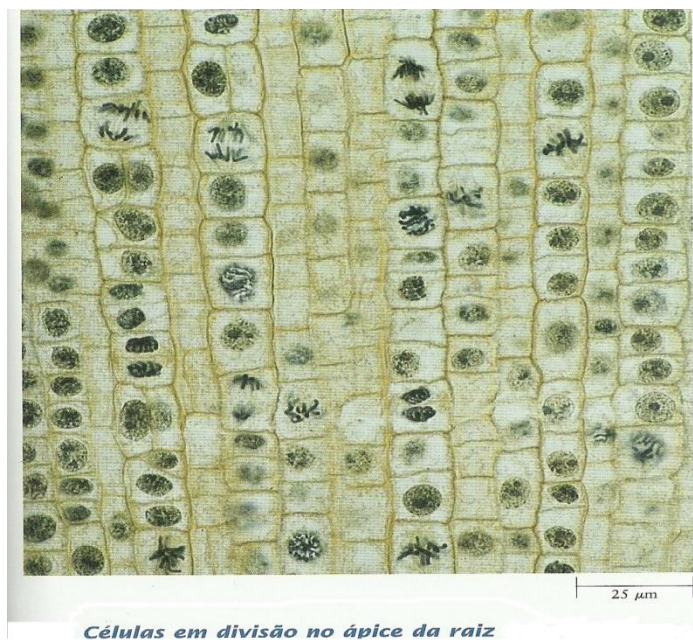


Figura 10: Representação do desenvolvimento do meristema subapical (raiz) pela perspectiva da divisão celular.

Fonte: Raven (2007, p.69)

Vimos, a partir das imagens, o processo de crescimento do vegetal baseado nas sucessivas divisões celulares, e entendemos a importância desses conceitos no desenvolvimento dos conhecimentos biológicos.

- **Reflexões sobre o conteúdo:**

Evidenciamos, nesta aula, a possibilidade de conexão entre os conteúdos citados, propondo uma contextualização entre conteúdos que normalmente são ministrados de forma separada.

A possibilidade de integração desses conteúdos se torna clara, pois a temática abordada demonstra um caminho sólido para o entendimento dos assuntos. Na maioria das vezes o assunto crescimento vegetal não está associado ao tema divisão da célula vegetal, e para dificultar mais o entendimento, muitas podem ser as dúvidas dos alunos sobre as diferenças entre divisão celular da célula animal e da célula vegetal.

Portanto, torna-se imprescindível alocarmos os conceitos para um entendimento mais conexo. Não existe a possibilidade de divisão desses conceitos, uma vez que um complementa o outro. Para o estudante, evidenciar dessa maneira (proposta de unidade didática) facilita a aprendizagem e reafirma a necessidade de conexões, proposta pela rede complexa de conhecimento biológico, favorecendo o raciocínio e consolidando conceitos.

- **Leitura e recursos complementares para os professores:**

<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=23684>>

Acesso em 20 out. 2013.

2.4 TEMA 04 – AS DIVISÕES CELULARES E O ESTUDO DO CÂNCER

- **Atividade:** Estudo dos conceitos de Divisão Celular com enfoque no desenvolvimento de tecidos anômalos. Estudo do câncer – conceitos.

- **Objetivos:**
 - Diferenciar o processo normal de divisão celular, cujo desenvolvimento anômalo promoverá a formação de tumores.

 - Conhecer os principais tipos de tumores, bem como seu desenvolvimento no organismo. Essa “roupagem” tem por objetivo conectar os conceitos de divisão celular – Mitose, visando um aprendizado que facilite, para o aluno, a criação de uma rede complexa de informações acerca do tema proposto.

 - Compreender a importância dos tratamentos e prevenções para conter o avanço dos tumores.

- **Público Alvo:** Professores dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, acadêmicos e professores de Biologia da rede pública e privada.

- **Introdução:**

O texto apresentado na Figura 11 nos remete a uma reflexão sobre a importância da homeostase para o organismo. Isso pode ser exemplificado pela enorme quantidade de afazeres que o organismo necessita realizar enquanto desenvolvemos atividades diárias como trabalhar, estudar, dormir, etc. O processo em questão garante a manutenção celular como um todo, garantindo um bom funcionamento das atividades básicas do organismo.

Quando ocorrem algumas atividades metabólicas, como por exemplo, uma divisão celular, uma série de processos tornam-se precursores desse evento. A duplicação do material genético é um deles, e para que isso ocorra, é necessário que o material genético se duplique. Mas é exatamente nesse ponto que pode ocorrer um erro, e, a partir daí, o processo deixa de ser normal, acarretando uma alteração no DNA celular. Esse evento pode “transformar” uma célula normal em uma célula “anormal”, ou seja, uma célula cancerosa.

Mitose e homeostase

Para que a maioria das células do nosso corpo esteja sob constante processo de renovação, mantendo assim a homeostase (estado de equilíbrio) do organismo, estima-se que por volta de 10^{16} divisões mitóticas ocorram desde o nosso nascimento até o envelhecimento. A mitose exerce papel primordial em processos fundamentais para a manutenção da vida. Um deles é a constante produção das hemácias (ou eritrócitos), cujo número médio no sangue circulante é de cerca de 5 milhões/mL, originadas a partir de células precursoras indiferenciadas existentes na medula óssea. Essas células são fundamentais para a manutenção dos níveis de oxigenação tecidual e transporte do gás carbônico resultante do metabolismo e têm vida relativamente curta (em torno de 120 dias), devido principalmente à ausência de núcleo e organelas, característica exclusiva dos mamíferos. Cerca de 2,4 milhões de eritrócitos são destruídos por segundo no organismo, por um processo denominado hemocaterese. Ao mesmo tempo, sucessivas mitoses de células primordiais na medula óssea e sua posterior diferenciação são responsáveis pela produção de um número equivalente de novas hemácias pelo processo de hematopoese. Esse processo também origina as células da linhagem branca do sangue (leucócitos), responsáveis pela defesa imunológica do organismo. Aproximadamente 150×10^9 granulócitos (neutrófilos, eosinófilos e basófilos) são produzidos por dia no ser humano adulto por meio de mitoses de células da linhagem hematopoética. Esse também é o número aproximado de granulócitos que, em contrapartida, são destruídos por dia após senescerem. Além disso, a taxa de divisões mitóticas pode ser acelerada, sendo uma das respostas primordiais às infecções no organismo, levando ao aumento considerável no número de neutrófilos circulantes, um fenômeno denominado neutrofilia.

As divisões mitóticas têm um papel fundamental e também asseguram a homeostase do orga-

nismo na reposição das células da camada epidérmica da pele, uma camada constituída de células queratinizadas, que garante impermeabilidade e consequente proteção contra os agentes nocivos do meio externo, com o qual a pele mantém contato direto. Devido à constante descamação da pele, células da camada mais interna (estrato basal) estão continuamente se dividindo para garantir a renovação do estrato córneo (epiderme). Estima-se que, em média, a cada 25 dias a epiderme humana se renove por completo. O mesmo mecanismo opera para a renovação das células epiteliais do trato gastrointestinal, onde o constante trânsito de substâncias acaba por destruir porções do tecido, que precisam ser repostas.

A reepitelização do endométrio humano a cada ciclo menstrual é mais um exemplo da participação da mitose na manutenção de processos orgânicos essenciais. O sangramento típico da menstruação resulta da descamação desse epitélio e rompimento dos vasos que o irrigam. Sob a influência do hormônio estrógeno, secretado em quantidades crescentes pelos ovários, há uma intensa atividade mitótica, fazendo com que dentro de, aproximadamente, três a sete dias após o término da menstruação, o epitélio endometrial seja recomposto. Ainda com relação à participação da mitose em eventos relacionados à reprodução, é ela que fornece a “matéria-prima” para a formação dos espermatozoides, uma vez que pelo processo mitótico se mantém numerosa a população de espermatogônias. Essas células garantirão, após os processos de meiose e diferenciação (detalhados nos Capítulos 24 e 25), a produção dos cerca de 60.000 espermatozoides por hora na espécie humana.

Dessa forma, a mitose é responsável por garantir a manutenção de uma ampla gama de atividades orgânicas básicas, algumas delas citadas anteriormente, promovendo uma condição homeostática para o organismo.

Figura 11: Texto explicativo: mitose e homeostase.

Fonte: Carvalho (2007, p.305)

Soares (1993) define câncer como qualquer das numerosas formas de neoplasia maligna (sarcoma, carcinoma, adenocarcinoma, leiomioma, melanoma, blastoma, glioma, mixoma etc.) de origem sempre discutida e controversa, caracterizada pela reprodução incontrolada e desorganizada das células na área alterada, podendo emitir metástases para outros órgãos, com capacidade invasora, de ação extenuante para o organismo e de prognóstico sempre sombrio.

Em um processo normal de multiplicação celular, as células se dividem dando origem a novas células. Esse processo de divisão celular é a mitose. Porém, em determinadas circunstâncias, as células deixam de responder aos processos normais de controle de suas divisões e passam a se dividir anormalmente, podendo invadir outros órgãos, além daqueles onde se originam.

A partir de uma alteração genética da célula, o câncer se forma e nesse momento a célula passa a ser cancerosa ou tumoral. O sistema imunológico atua na destruição das células “defeituosas”, porém algumas delas escapam desse processo e passam a proliferar. Depois de se dividir várias vezes, o tumor cresce desordenadamente, podendo destruir a arquitetura normal do órgão de onde se originaram, invadindo células adjacentes e podendo também liberar células para outras partes do corpo.

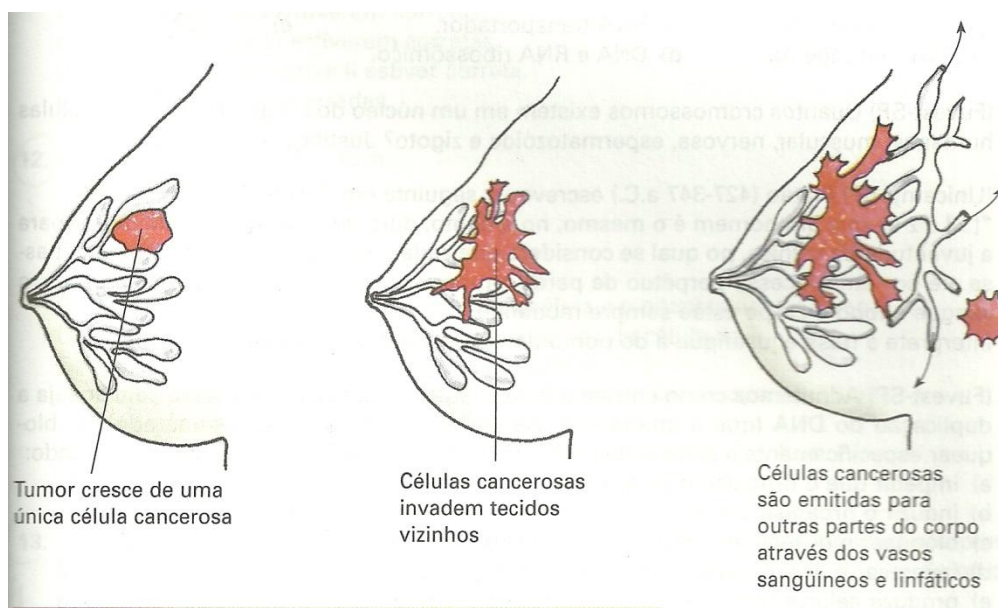


Figura 12: Imagem de um possível desenvolvimento de metástases.

Fonte: adaptada de Brito (1997, p.269)

Analise a Figura 12, verificando como é o mecanismo de ação do tumor em um determinado órgão do corpo. Veja que um pequeno tumor cresce desordenadamente no seio de uma mulher. Nessas glândulas existem vasos sanguíneos e linfáticos que se comunicam com várias partes do corpo. É nesse contexto que, células emitidas pelo tumor entram nos vasos e se proliferam pelo organismo. Esse evento provoca a “distribuição” de células defeituosas em outras partes do corpo provocando o que chamamos de *metástase*.

- **Reflexões sobre o conteúdo:**

Nessa unidade didática, verificamos uma possibilidade de articulação entre os conteúdos da biologia de maneira que os referenciais sobre a complexidade nos embasam para obtermos entendimento global sobre o assunto trabalhado.

Quando estudamos o desenvolvimento e multiplicação celular, apontamos, muitas vezes, apenas para evidenciar tal desenvolvimento de maneira normal, portanto os conceitos são trabalhados de forma pontual. Nossa proposta é de conectar os diversos conhecimentos biológicos, e para isso, propomos uma ligação com o estudo das anomalias. Isso ocorre quando desenvolvimento e multiplicação celular se fazem desordenadamente.

Para tanto, é necessário que o estudante relacione a problemática em questão, que é a formação de células cancerosas, quais são os principais tipos de tumores, e como se dá o seu tratamento e prevenção. Nesse estágio, o estudante deve conectar as informações específicas sobre o desenvolvimento e multiplicação celular, daí a ligação com o tema gerador desse trabalho: a divisão celular.

Assim, propomos uma contextualização entre conteúdos que normalmente são ministrados de forma separada, deixando a forma tradicional e pontual do ensino, e criando uma proposta de conhecimento não linear, que poderá proporcionar ao aprendiz uma nova possibilidade de desenvolvimento intelectual, e que, naturalmente, possa propiciar o desenvolvimento de uma

rede de informações complexas, que em determinados momentos de sua utilização, poderá favorecer o raciocínio e ao mesmo tempo consolidar conceitos.

- **Leitura e recursos complementares para os professores:**

http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=322> Acesso em 20 out. 2013.

http://www.brasilzinho.com.br/revista_LPCC.html> Acesso em 20 out. 2013.

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=32677>> Acesso em 20 out. 2013.

http://www.bbc.co.uk/portuguese/ciencia/story/2006/04/060413_celulasdivide_m.shtml> Acesso em 20 out. 2013.

<http://www.planetabio.com/cancer.pdf>> Acesso em 20 out. 2013.

2. 5 TEMA 05 – GENÉTICA E MEIOSE: PERMUTAÇÕES E VARIABILIDADE GENÉTICA

- **Atividade:** Estudo dos conceitos de Genética (Permutação e Variabilidade Genética) de maneira que haja a contextualização de conceitos de Divisão Celular – Meiose e *crossing-over*, propondo que esse mecanismo é responsável pela variabilidade dos genes.

- **Objetivos:**
 - Evidenciar que existe a possibilidade de permutas entre “pedaços” de cromossomos, propondo assim o conceito de *crossing-over*.
 - Conhecer o tipo de divisão celular que relaciona esse conceito.
 - Compreender a importância da variabilidade genética.

- **Público Alvo:** Professores dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, acadêmicos e professores de Biologia da rede pública e privada.

- **Introdução:**

*(Do grego meiosis, “divisão ao meio”). Processo de divisão celular que consiste em duas etapas sucessivas, com o objetivo de formar, a partir de uma célula diploide, quatro células haploides, geneticamente diferentes entre si. Nas duas etapas da meiose sucedem-se uma divisão reducional, em primeiro lugar, e uma divisão equacional em segundo lugar. Na primeira, a célula diploide origina duas células haploides. Na segunda, cada uma das células haploides forma mais duas outras células igualmente haploides. Na primeira divisão, ocorre o *crossing-over*, com a permuta dos genes entre os cromossomos homólogos. A meiose é o processo*

habitual usado pelos organismos de reprodução sexuada para a formação de seus gametas. Com efeito, através desse fenômeno, formam-se células com a metade do número de cromossomos que as células somáticas daquela espécie apresentam. Tais células são os **gametas**. Da união de dois gametas, um, masculino, e outro, feminino, durante a fecundação, resulta uma nova célula diploide – o zigoto -, que restaura a diplófase. Embora a meiose ocorra, na maioria dos seres, durante a formação dos gametas, ela também se verifica, em casos mais raros, na formação de esporos ou logo no início do desenvolvimento do organismo, daí, podermos distinguir, respectivamente, a **meiose gamética**, a **meiose espórica** e a **meiose zigótica**, também conhecida como **meiose final**, **meiose inicial** e **meiose intermediária**, correspondentemente. Se não ocorresse a redução numérica de cromossomos durante a meiose, os gametas seriam diploides e, pela união de dois deles, resultaria um indivíduo tetraploide. A cada geração, o número de cromossomos duplicaria nas células somáticas dos indivíduos. A prófase I da meiose é longa e dividida em 5 subfases: **leptóteno**, **zigóteno**, **paquíteno**, **diplóteno** e **diacinese**.

Fonte: Soares (1993, p. 276)

Soares (1993), em sua definição do conceito de meiose, explica que o processo em questão é definido pela variação de características que os gametas transportam. Isso ocorre, pois, com o *crossing-over*, existe uma possibilidade de permutar “fragmentos de genes” e a partir daí definir as diferenças nos indivíduos formados, caracterizando a **Variabilidade Genética**.

Observe a Figura 13, onde as fases da meiose são descritas.

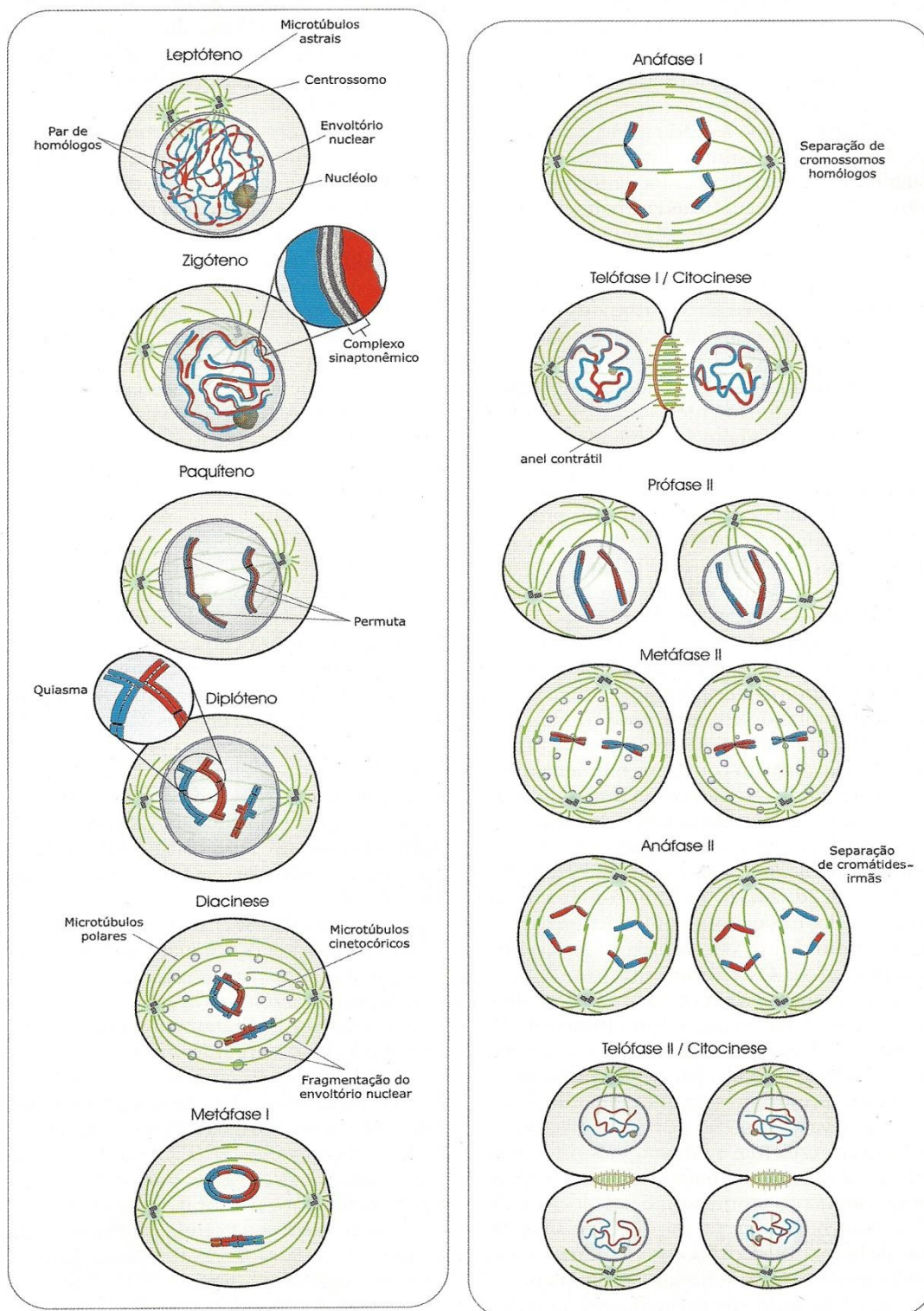


Figura 13: Fases da meiose.

Fonte: adaptada de Carvalho (2007, p.333)

Para entendermos os processos básicos de reprodução, primeiramente temos que classificá-los. Há dois processos: a reprodução assexuada e a sexuada. Na reprodução assexuada, há a formação de cópias idênticas aos

genitores, ocorrendo por divisão simples ou crescimento de brotos. Já na divisão sexuada ocorre a mistura de material genético dos dois genitores, formando um indivíduo diferente.

Esse processo demanda uma grande vantagem para a reprodução sexuada, pois possibilita uma contínua variabilidade aos organismos, fato esse que auxilia na perpetuação das espécies.

A reprodução sexuada forma indivíduos não idênticos, apresentando pequenas diferenças, que são muito importantes para sua adaptação no meio em que vivem.

Esse processo é derivado da meiose, portanto, a partir dele é que a variabilidade ocorre. Podendo ser dividido em duas maneiras, esse processo primeiramente é definido pela simples separação dos cromossomos homólogos, permitindo novas “misturas” nos descendentes. Já a segunda, ocorre através de um complexo processo de trocas de fragmentos de cromossomos, chamado *crossing-over*.

Os conhecimentos detalhados das fases da meiose definem muito bem como pode ocorrer a permutação. Para exemplificar como esse evento pode ocorrer, pensemos em um colar de pérolas, onde as mesmas estão enfileiradas. Cada pérola possui um lugar, e a analogia existe entre a pérola e o gene. Portanto como citam Avancini e Favareto (1997, p. 280), a posição que os genes ocupam nos cromossomos de uma célula interfere no seu comportamento durante a meiose. Na primeira divisão, especificamente na Anáfase I, quando ocorre a separação dos cromossomos homólogos, os pares de alelos localizados em pares diferentes de homólogos podem separar-se independentemente.

Esses conhecimentos detalhados das expressões gênicas de forma diferenciada acabaram explicando os resultados da fase prófase I da meiose, definindo que, enquanto há pareamento de cromossomos homólogos, podem ocorrer permutas de fragmentos cromossômicos (*crossing-over*).

- **Reflexões sobre o conteúdo:**

Ao estudarmos esses conceitos, verificamos que as literaturas trazem, quase sempre, a variabilidade genética em segundo plano. O objetivo dessa unidade didática é favorecer o entendimento dos conceitos biológicos de maneira global, não distinguindo o processo de divisão celular da variabilidade genética.

Isso se torna relevante pois ao iniciar os estudos da genética, o estudante necessita de informações sobre a divisão celular – mitose para poder desenvolver seus conhecimentos para a produção de gametas. Para isso é de suma importância o estudo mais aprofundado e conectado entre a mitose e a variabilidade genética.

Entendemos que essa unidade didática faz uma proposta baseada nos modelos da complexidade apresentados nesse trabalho. Tal fato se torna claro devido à necessidade do estudante em conectar entre si seus conhecimentos biológicos para desenvolver, a contento, sua aprendizagem.

Evidenciamos, nesta aula, a possibilidade de conexão entre os conteúdos citados, propondo uma contextualização entre conteúdos que normalmente são ministrados de forma separada. Dessa maneira, aquele que estiver na posição de aprendiz poderá criar uma “ponte” para que naturalmente desenvolva uma rede de informações complexas, que em determinados momentos de sua utilização, poderá favorecer o raciocínio e ao mesmo tempo consolidar conceitos.

- **Leitura e recursos complementares para os professores:**

<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.html?id=10392>> Acesso em 20 out. 2013.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho centrou-se em buscar respostas à seguinte pergunta: Estão presentes as relações de racionalidade e complexidade de maneira que haja uma contribuição na compreensão dos conceitos de Divisão Celular na formação de professores de biologia?

Frente a esse questionamento definiu-se como objetivo central produzir este material, tendo como base as relações de complexidade e racionalidade, em torno do conceito proposto.

Buscou-se, nos referenciais desse estudo, informações e orientações pertinentes para justificar o problema de pesquisa e a possível confirmação da existência das relações de aprendizagem nos moldes do pensamento complexo proposto por Edgar Morin.

Ressalta-se que o trabalho visa, como público alvo, professores dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, acadêmicos, e professores de Biologia da rede pública e privada.

Entende-se que todo material que auxilie no processo de formação inicial ou continuada é válido, desde que tenha sido desenvolvido a partir de uma metodologia de pesquisa norteada por um referencial teórico da área. Porém, cabe ao professor buscar esses recursos para auxiliá-lo no processo ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ANGLO : **Ensino médio** : livro-texto. São Paulo : Anglo, 2008. 192 p.

BRITO, Elias Avancini de. **Biologia : uma abordagem evolutiva e ecológica** / Elias Avancini de Brito, José Arnaldo Favareto. 1. Ed. – São Paulo : Moderna, 1997. 502 p.

CARVALHO, Hernandes F. **A célula** / Hernandes F. Carvalho, Shirlei Maria Recco-Pimentel. – 2. Ed. – Barueri, SP : Manole, 2007. 380 p.

MARCONDES, Ayrton César – **Biologia ciência da vida** / Ayrton César Marcondes, Domingos Ângelo Lammoglia. – São Paulo : Atual, 1994. 299 p.

MORIN, Edgar; et. al. **Representação e complexidade**. In: MENDES, Candido (org.); LARRETA, Enrique (ed.). Agenda do Milênio. Rio de Janeiro : Garamond, 2003.

MORIN, Edgar **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução: Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya ; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. – 2ª. ed. rev. São Paulo : Cortez ; Brasília, DF : UNESCO, 2011.

_____ (org.) **A religião dos saberes: o desafio do século XXI**. Tradução e notas: Flávia Nascimento. 10ª. ed. Rio de Janeiro : Bertrand Brasil, 2012.

RAVEN, Peter H., 1936 – **Biologia vegetal** / Peter H. Raven, Ray F. Evert, Susan E. Eichhorn ; [coordenação da tradução Jane Elizabeth Kraus ; revisão técnica Jane Elizabeth Kraus, Neuza Maria de Castro ; tradução Ana Claudia de Macêdo Vieira... et al.]. – Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2007. 830 p.

SOARES, José Luis. **Dicionário etimológico e circunstanciado de Biologia** : ed Scipione : São Paulo, 1993. 534 p.

SILVA JR, César da, 1934 – **Biologia** / Cesar da Silva Junior, Sezar Sasson. – São Paulo : Atual, 1984. 342 p.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Tradução: Francisco Pereira. 13^a. ed. Petrópolis, RJ : Vozes, 2012.